

10/528070
Rec'd PCT/PTO 17 MAR 2005
PCT/JP2004/011152
06.08.2004

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 8 月 4 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 2 8 5 7 3 1
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 2 8 5 7 3 1]

REC'D 02 SEP 2004	
WIPO	PCT

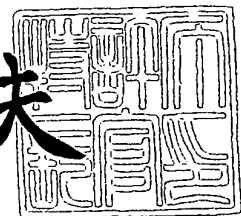
出 願 人 日 本 電 気 株 式 有 限 公 司
Applicant(s):

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 4 月 2 2 日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出 証 番 号 出 証 特 2 0 0 4 - 3 0 3 4 6 0 1

【書類名】 特許願
【整理番号】 49200308
【提出日】 平成15年 8月 4日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 G01S 3/42
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内
 【氏名】 青山 明雄
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内
 【氏名】 濱辺 孝二郎
【特許出願人】
 【識別番号】 000004237
 【氏名又は名称】 日本電気株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100123788
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 宮崎 昭夫
 【電話番号】 03-3585-1882
【選任した代理人】
 【識別番号】 100088328
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 金田 暢之
【選任した代理人】
 【識別番号】 100106297
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 伊藤 克博
【選任した代理人】
 【識別番号】 100106138
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 石橋 政幸
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 201087
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 0304683

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

無線通信システムを構成する複数の無線基地局に設けられた垂直面内指向性を持ったアンテナのチルト角決定方法であって、

チルト角を小さくするアンテナを選出する第 1 のステップと、

前記第 1 のステップにてアンテナのチルト角が小さくされたときのシステム全体の劣化率をチルト角を変えて少なくとも 1 回以上計算する第 2 のステップと、

チルト角を大きくするアンテナを選出する第 3 のステップと、

前記第 3 のステップにて選出されたアンテナのチルト角が大きくされたときのシステム全体の劣化率をチルト角を変えて少なくとも 1 回以上計算する第 4 のステップと、

前記第 2 のステップおよび第 4 のステップにてそれぞれ計算されたシステム全体の劣化率が最も小さくなるチルト角をそれぞれ出力する第 5 のステップと、

を有することを特徴とする無線通信システムのアンテナのチルト角決定方法。

【請求項 2】

請求項 1 記載の無線通信システムのアンテナのチルト角決定方法において、

第 1 のステップおよび第 2 のステップの後に行なわれ、これらの各ステップでの処理を継続して行なうかの継続判定を行う第 6 のステップと、

第 3 のステップおよび第 4 のステップの後に行なわれ、これらの各ステップでの処理を継続して行なうかの継続判定を行う第 7 のステップと、

第 1 のステップないし第 7 のステップの後に行なわれ、これらの各ステップでの処理を継続して行なうかの継続判定を行う第 8 のステップと、

を有することを特徴とする無線通信システムのアンテナのチルト角決定方法。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の無線通信システムのアンテナのチルト角決定方法において、

第 1 のステップの直前に行なわれ、第 8 のステップにて第 1 のステップないし第 7 のステップでの処理を継続して行なうと判定された場合には累積継続回数に応じて第 2 のステップにおいて小さくされるステップ角を変更する第 9 のステップを有することを特徴とする無線通信システムのアンテナのチルト角決定方法。

【請求項 4】

請求項 2 または請求項 3 に記載の無線通信システムのアンテナのチルト角決定方法において、

第 3 のステップの直前に行なわれ、第 8 のステップにて第 1 のステップないし第 7 のステップでの処理を継続して行なうと判定された場合には累積継続回数に応じて第 4 のステップにおいて大きくされるステップ角を変更する第 10 のステップを有することを特徴とする無線通信システムのアンテナのチルト角決定方法。

【請求項 5】

請求項 1 ないし請求項 4 のいずれかに記載の無線通信システムのアンテナのチルト角決定方法において、

チルト角を小さくするアンテナを選出する第 1 のステップ、および、チルト角を大きくするアンテナを選出する第 3 のステップの一方または両方が、前記アンテナのカバレッジの劣化率に基づきアンテナを選出することを特徴とする無線通信システムのアンテナのチルト角決定方法。

【請求項 6】

無線通信システムを構成する複数の無線基地局に設けられた垂直面内指向性を持ったアンテナのチルト角決定装置であって、

チルト角を小さくするアンテナを選出する第 1 のアンテナ選出手段と、

チルト角を大きくするアンテナを選出する第 2 のアンテナ選出手段と、

前記第 1 のアンテナ選出手段または第 2 のアンテナ選出手段により選出されたアンテナのチルト角変更後のシステム全体の劣化率をチルト角を変えて少なくとも 1 回以上計算する劣化率計算手段と、

前記劣化率計算手段により計算された劣化率をそのチルト角とともに記憶するデータ記憶手段と、

前記データ記憶手段に記憶されているチルト角と劣化率のデータのなかからシステム全体の劣化率を最も小さくするチルト角を出力する手段と、
を有することを特徴とする無線通信システムのアンテナのチルト角決定装置。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の無線通信システムのアンテナのチルト角決定装置において、
第 1 のアンテナ選出手段および第 2 のアンテナ選出手段の一方または両方が、前記アンテナのカバレッジの劣化率に基づいてアンテナを選出することを特徴とする無線通信システムのアンテナのチルト角決定装置。

【請求項 8】

請求項 6 または請求項 7 に記載の無線通信システムのアンテナのチルト角決定装置において、

第 1 のアンテナ選出手段による動作、第 2 のアンテナ選出手段による動作、または処理の終了のいずれかを選択する切替情報を出力する処理切替手段と、

前記処理切替手段から出力される切替情報をカウントする切替回数カウンタと、

前記切替回数カウンタでカウントされた切替回数が一定以上となると前記第 1 のアンテナ選出手段または第 2 のアンテナ選出により選出されたアンテナのチルト角の更新角度を変更するチルト角更新パラメータ設定手段と、
を有することを特徴とする無線通信システムのアンテナのチルト角決定装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】無線通信システムにおけるアンテナのチルト角決定方法、およびチルト角決定装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数の基地局を含む無線通信システムに関し、特に、無線通信システム全体の劣化率を小さくするために各基地局に配置されているアンテナのチルト角を決定する際に用いられるアンテナのチルト角決定方法、およびチルト角決定装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

複数のエリアにわたって分布する固定ユーザや移動体ユーザに無線通信回線を提供する複数の基地局を含む無線通信システムにおいて、無線通信システムを構築する際やすでに存在する無線通信システムに無線局を追加配置するような場合には、高品質な無線通信回線を提供できるように各基地局に配置される垂直面内指向性を持つアンテナのチルト角が決定される。

【0003】

チルト角を決定することは、各基地局に配設されたアンテナのすべてについて行なわれるのではなく、チルト角を予め定められた初期角度から変更することで、より高品質な無線通信回線を提供することに効果的と思われるアンテナについてのみ行なわれる。アンテナの選択および選択したアンテナのチルト角の決定は、担当者により、以下の手順にて行なわれる。

【0004】

まず、伝搬シミュレータにより、チルト角を決定するアンテナが設置されている基地局の位置、標高、建物、地形等の情報に基づき、アンテナから所定の地点までの伝搬ロスを求める。そして、アンテナからの送信電力、アンテナの向き、アンテナの水平面および垂直面内ビームパターン、先に求めた伝搬ロスから、アンテナから送信された信号が所定の地点で受信されるとき受信電力を計算し、また、 S/N （信号対雑音）比や SIR （信号電力対干渉比）で示される受信品質を計算する。ここで、所定の値の受信電力や受信品質を満たしていない地点を、「劣化地点」と定義する。

【0005】

上記の計算結果から、各アンテナのカバレッジの劣化率を算出する。ここで、各アンテナのカバレッジとは、各アンテナからの信号の受信電力が他のどのアンテナからの信号の受信電力よりも大きく、かつ、一定値以上である領域として定義される。無線通信システムがカバーすべきエリアは分割されて無線通信システムを構成する各無線局に割り当てられるが、この割り当てられた領域がカバレッジとなり、システム全体のカバレッジは、各アンテナのカバレッジを合計した領域である。また、劣化率は、指定のカバレッジ内における劣化地点の占める割合により定義される。

【0006】

以上の定義のもと、各アンテナのカバレッジの劣化率と、システム全体の劣化率とが得られる。伝搬シミュレータに備えられた表示装置には各アンテナのカバレッジがその中の劣化地点が判別できるように表示され、アンテナのチルト角を決定する担当者は表示内容からチルト角を変更するアンテナを選択し、そのチルト角を指定する。

【0007】

図5はアンテナのチルト角の調整動作を示す図である。それぞれがビームパターンを有するアンテナ1, 2のチルト角を調整することによって、各アンテナのカバレッジ内の通信品質を表す劣化率（各アンテナのカバレッジの劣化率） $X\%$ や $Y\%$ が改善されるように調整を施すとともに、システム全体の劣化率 $Z\%$ を改善するように調整する。

【0008】

アンテナのチルト角を大きい状態から小さくすることによって、換言するとアンテナの

本来のカバレッジよりも内側（手前）に送信電力を集中させていた状態からアンテナの本来のカバレッジ内に送信電力を行き渡らせることによって、そのアンテナのカバレッジ内の受信電力は大きくなる傾向がある。

【0009】

逆に、アンテナのチルト角を小さい状態から大きくすることによって、換言すると本来のカバレッジ内に十分な送信電力を行き渡らせていた状態からアンテナの本来のカバレッジよりも内側（手前）に送信電力を集中させることによって、そのアンテナのカバレッジ内の送信電力は小さくなる傾向がある。その結果、そのアンテナの劣化率は大きくなる傾向があるものの、その劣化率が十分小さいカバレッジにおいては、チルト角を大きくすることによる劣化率の増加は僅かであることが多い。このとき、隣接するアンテナのカバレッジへの干渉電力は小さくなるため、隣接するアンテナのカバレッジの劣化率は小さくなることが多い。

【0010】

上記のような一般的な傾向を踏まえ、劣化率が小さくなるように担当者がチルト角を決定していた。

【0011】

アンテナのチルト角の調整について、特許文献1（実開平02-135884号公報）にはレーダの空中線によって目標を探索するときに、探索距離と設置高さからチルト角を演算する演算器と、演算器出力と空中線から出力されるチルト角信号とを比較してチルト角を制御する比較制御器が開示されている。

【0012】

特許文献2（特開2002-095040号公報）には、無線ネットワークを設計・調整する際や動作させる際に、最適化プロセスを利用して動作パラメータを決定することにより、無線ネットワークの設計・調整を容易にすることが記述されており、この動作パラメータの一つとしてアンテナの向きが挙げられている。

【0013】

特許文献3（特開平11-166964号公報）には、衛星追尾を行なうためにステップトラック方式でアンテナの角度を補正する際に、補正の初期の段階では大きなステップサイズでアンテナの角度を補正し、その後ステップサイズを徐々に小さくしてアンテナを最適な方向に向ける方法が開示されている。

【0014】

上述した従来技術のうち、特許文献1に記載されている技術はレーダに関するものであり、アンテナが複数設けられる無線通信システムにおいてシステム全体の劣化率を考慮したアンテナのチルト角制御については述べられていない。

【0015】

特許文献2に開示される技術は、無線ネットワークを設計・調整させる際および動作させる際に、最適化プロセスを利用してアンテナの向きを含む動作パラメータを決定すると記述されているが具体的な手法としては単にネットワーク最適化プロセスによるとされているだけであり、その内容が明確ではない。

【0016】

特許文献3に開示される技術は、衛星追尾を行なうためにステップトラック方式でアンテナの角度を補正するものであり、特許文献1と同様に、無線通信システムにおいてシステム全体の劣化率を考慮したアンテナのチルト角制御については述べられていない。

【特許文献1】 実開平02-135884号公報

【特許文献2】 特開2002-095040号公報

【特許文献3】 特開平11-166964号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0017】

上述したように、無線通信システムにおけるチルト角を変更するアンテナの選出とその

チルト角の決定は、伝搬環境を考慮した担当者により行なわれるが、その結果は担当者の経験により変動するものであり、システム全体の劣化率も異なるものとなり、安定した品質が保たれない。また、多数のアンテナから選出し、角度を決定することは非常に時間のかかる作業であった。

【0018】

また、チルト角の決定において、同じアンテナについてチルト角を変えて伝播シミュレーションを複数回行なうことがあるが、このとき、更新角度を大きくすると、最適値を飛び越えて遠ざかることがあり、反対に小さくすると数多くの更新回数が必要なので、調整する際の更新角度の設定も重要となる。

【0019】

特に、非常に多くのアンテナが配置される大規模な無線通信システムの場合、限られた時間内にて、システム全体の劣化率を十分に小さくするチルト角を得るのは大変困難であった。

【0020】

さらに、あるチルト角のアンテナが隣接するエリアに干渉を与え、他のアンテナの最適なチルト角に影響を与える場合、すなわち、相互に影響を及ぼしあう関係を持つ無線通信システムの場合（例えばCDMA）、チルト角の最適化はさらに困難であった。各アンテナが相互に影響を及ぼしあっているため、1つのアンテナを調整すると、その調整結果が他のアンテナに影響を与え、影響を及ぼされたアンテナの調整がさらに必要となるためである。しかも、必ずしも隣接エリアだけに影響を及ぼすわけではないことが最適化をより一層困難とし、システム全体の劣化率を十分に小さくするチルト角を得ることは非常に難しかった。

【0021】

本発明は、上述したような従来の技術が有する課題に鑑みてなされたものであって、無線通信システムにおいて、システム全体の劣化率を十分に小さくすることができるチルト角決定方法を提供することを目的とする。また、人の違いによらず、同じ無線通信システムであれば、システム全体の劣化率を十分小さくする同一のチルト角が得られるチルト角決定方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】**【0022】**

本発明の無線通信システムのアンテナのチルト角決定方法は、無線通信システムを構成する複数の無線基地局に設けられた垂直面内指向性を持ったアンテナのチルト角決定方法であって、

チルト角を小さくするアンテナを選出する第1のステップと、

前記第1のステップにてアンテナのチルト角が小さくされたときのシステム全体の劣化率をチルト角を変えて少なくとも1回以上計算する第2のステップと、

チルト角を大きくするアンテナを選出する第3のステップと、

前記第3のステップにて選出されたアンテナのチルト角が大きくなったときのシステム全体の劣化率をチルト角を変えて少なくとも1回以上計算する第4のステップと、

前記第2のステップおよび第4のステップにてそれぞれ計算されたシステム全体の劣化率が最も小さくなるチルト角をそれぞれ出力する第5のステップと、
を有することを特徴とする。

【0023】

この場合、第1のステップおよび第2のステップの後に行なわれ、これらの各ステップでの処理を継続して行なうかの継続判定を行う第6のステップと、

第3のステップおよび第4のステップの後に行なわれ、これらの各ステップでの処理を継続して行なうかの継続判定を行う第7のステップと、

第1のステップないし第7のステップの後に行なわれ、これらの各ステップでの処理を継続して行なうかの継続判定を行う第8のステップと、
を有することとしてもよい。

【0024】

また、第1のステップの直前に行なわれ、第8のステップにて第1のステップないし第7のステップでの処理を継続して行なうと判定された場合には累積継続回数に応じて第2のステップにおいて小さくされるステップ角を変更する第9のステップを有することとしてもよい。

【0025】

また、第3のステップの直前に行なわれ、第8のステップにて第1のステップないし第7のステップでの処理を継続して行なうと判定された場合には累積継続回数に応じて第4のステップにおいて大きくされるステップ角を変更する第10のステップを有することとしてもよい。

【0026】

さらに、チルト角を小さくするアンテナを選出する第1のステップ、および、チルト角を大きくするアンテナを選出する第3のステップの一方または両方が、前記アンテナのカバレッジの劣化率に基づきアンテナを選出することとしてもよい。

【0027】

本発明の無線通信システムのアンテナのチルト角決定装置は、無線通信システムを構成する複数の無線基地局に設けられた垂直面内指向性を持ったアンテナのチルト角決定装置であって、

チルト角を小さくするアンテナを選出する第1のアンテナ選出手段と、

チルト角を大きくするアンテナを選出する第2のアンテナ選出手段と、

前記第1のアンテナ選出手段または第2のアンテナ選出手段により選出されたアンテナのチルト角変更後のシステム全体の劣化率をチルト角を変えて少なくとも1回以上計算する劣化率計算手段と、

前記劣化率計算手段により計算された劣化率をそのチルト角とともに記憶するデータ記憶手段と、

前記データ記憶手段に記憶されているチルト角と劣化率のデータのなかからシステム全体の劣化率を最も小さくするチルト角を出力する手段と、
を有することを特徴とする。

【0028】

この場合、第1のアンテナ選出手段および第2のアンテナ選出手段の一方または両方が、前記アンテナのカバレッジの劣化率に基づいてアンテナを選出することとしてもよい。

【0029】

また、第1のアンテナ選出手段による動作、第2のアンテナ選出手段による動作、または処理の終了のいずれかを選択する切替情報出力する処理切替手段と、

前記処理切替手段から出力される切替情報をカウントする切替回数カウンタと、

前記切替回数カウンタでカウントされた切替回数が一定以上となると前記第1のアンテナ選出手段または第2のアンテナ選出により選出されたアンテナのチルト角の更新角度を変更するチルト角更新パラメータ設定手段と、
を有することとしてもよい。

【0030】

上記のように構成される本発明においては、チルト角を小さくするアンテナの選出とチルト角を大きくするアンテナの選出とが第1のステップと第3のステップとして独立に行なわれ、各アンテナについてチルト角変更後のシステム全体の劣化率が計算され、この計算されたシステム全体の劣化率に基づいてチルト角が求められる。このように、チルト角を調整するアンテナの選出もチルト角の更新を小さくする方向と大きくする方向とに独立に行なわれるので、その選出基準を選択することによりその調整結果が異なるものとなり、自由度の大きなものとなっている。

【0031】

また、1つのアンテナのチルト角を決定した後に再度アンテナを選択してチルト角の設定を行なう場合には、あるチルト角のアンテナが隣接するエリアに干渉を与え、他のアン

テナの最適なチルト角に影響を与える無線通信システムであっても、各アンテナのチルト角をシステム全体の劣化率を十分に小さくするものとする。

【発明の効果】

【0032】

第1の効果は、チルト角の初期値と比べてシステム全体の劣化率を小さくするチルト角が得られることである。

【0033】

第2の効果は、チルト角決定の自動化によって、同一の初期設定であれば誰でも経験によらない同一の最適なチルト角の結果を得ることができる。

【0034】

第3の効果は、チルト角の決定を、速く正確にすることができることである。

【発明を実施するための最良の形態】

【0035】

次に本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

【0036】

図1は、本発明の第1の実施の形態で行なわれるチルト角決定方法の処理を示すフローチャートである。本実施の形態は、CDMA方式のセルラシステムのような垂直面内指向性を持ったアンテナがそれぞれ設けられた複数の無線基地局により構成される無線通信システムでのアンテナのチルト角を決定するために行われる処理であり、各アンテナの劣化率はシミュレーション機能を備えたシミュレータで計算される。

【0037】

本実施形態における処理は以下に説明するステップA0～A11から構成される。

【0038】

チルト角の初期値を設定するステップ（ステップA0）と、初期値のチルト角での劣化率を計算するステップ（ステップA1）と、チルト角を小さくするアンテナを所定の評価指標によって選出するステップ（ステップA2）と、選出したアンテナのチルト角を小さくするステップ（ステップA3）と、チルト角を小さくしたときの劣化率を計算するステップ（ステップA4）と、ステップA2～A4で行なわれるチルト角を繰り返し小さくする処理を繰り返し行なうかの継続判定をするステップ（ステップA5）と、チルト角を大きくするアンテナを所定の評価指標によって選出するステップ（ステップA6）と、選出したアンテナのチルト角を大きくするステップ（ステップA7）と、チルト角を大きくしたときの劣化率を計算するステップ（ステップA8）と、ステップA6～A8で行なわれるチルト角を繰り返し大きくする処理を繰り返し行なうかの継続判定をするステップ（ステップA9）と、劣化率が小さくなるチルト角を出力するステップ（ステップA10）と、ステップA2～A10で行なわれる処理を繰り返し行なうかの継続を判定するステップ（ステップA11）とで構成される。

【0039】

本実施形態の動作について、まず、チルト角の初期値を設定するステップ（ステップA0）に関して説明する。

【0040】

垂直面内指向性を持ったアンテナを有する複数の無線基地局で構成される無線通信システムにおいて、チルト角の最適化作業が施されていない場合、通常何らかのチルト角の初期値に設定されている。その場合には、ステップ0にて、それらのチルト角を初期値として設定する。初期値は任意の角度に設定できるが、初期チルト角が設定されていない場合には、例えば基地局間距離を二等分する地点へアンテナの垂直面内ビームパターンのピークを向けたときの角度としても良い。この後、ステップA0にて設定された初期値により、劣化率が計算される（ステップA1）。

【0041】

次にチルト角を小さくするアンテナを選出するステップ（ステップA2）について説明する。このステップでは所定の評価指標によってチルト角を小さくすべき対象のアンテナ

を選出する。

【0042】

所定の評価指標にはいくつかのものがあるが、ここでは例として、所定の評価指標に、このステップA2が処理される時点のチルト角の、個々のアンテナのカバレッジの劣化率を用いる。さらにその評価指標はカバレッジの重要度で重み付けしても良い。

【0043】

そして、「アンテナのカバレッジの劣化率が所定値以上のアンテナ」を、チルト角を小さくすべきアンテナとして選出する。または「アンテナのカバレッジの劣化率において大きい順で上位いくつかのアンテナ」を、チルト角を小さくすべき対象のアンテナとして選出する方法をとる。

【0044】

次に、チルト角を小さくするステップ（ステップA3）について説明する。このステップでは、ステップA2にて選出されたアンテナのチルト角を小さく設定する。小さくする際の、チルト角の更新角度は一定角度とする（例えば1度）。

【0045】

次に、劣化率を計算するステップ（ステップA4）について説明する。このステップでは、ステップA3にてアンテナのチルト角が小さくされた後のアンテナのカバレッジの劣化率とシステム全体の劣化率を計算する。

【0046】

次に、チルト角を小さくする処理の継続判定ステップ（ステップA5）について説明する。このステップでは、ステップA2、A3、A4の一連の処理を繰り返すか否かの判定をする。判定指標としては、ステップA4で得られたシステム全体の劣化率が所定の劣化率以上であればステップA2、A3、A4の繰り返しを継続し、所定の「システム全体の劣化率」未満であればステップA2、A3、A4の繰り返しを終了して次の処理へ移る。

【0047】

ステップA2、A3、A4による処理はステップA2にて選出されたアンテナの全てについて行なわれるので、「アンテナのカバレッジの劣化率が所定値以上のアンテナ」または「アンテナのカバレッジの劣化率において大きい順で上位いくつかのアンテナ」のチルト角を更新した後の「システム全体の劣化率」が所定値未満となるまで、ステップA2、A3、A4の処理は繰り返される。

【0048】

なお、ステップA5における判定指標をステップA2、A3、A4を繰り返した回数を併用するとしてもよい。ステップA4で得られたシステム全体の劣化率が所定の劣化率以上であっても、所定の繰り返し回数以上であれば終了とすることにより、ステップA2、A3、A4の繰り返しによる処理時間を制限することができる。

【0049】

チルト角を大きくするアンテナを選出するステップ（ステップA6）と、チルト角を大きくするステップ（ステップA7）と、チルト角を大きくした各アンテナのカバレッジの劣化率とシステム全体の劣化率を計算するステップ（ステップA8）と、ステップA6、A7、A8の処理を繰り返す処理と、その繰り返し処理の継続判定ステップ（ステップA9）は、上述のステップA2、A3、A4、A5と、チルト角の更新の方向（大きくするか小さくするか）の違いのみで、処理自体は同じである。ただし、チルト角を更新するアンテナを選出する際の評価指標や、チルト角を更新する所定の一定角度などはチルト角を小さくする処理とは、独立に設定されるものとする。

【0050】

例えば、チルト角を更新するアンテナを選出する際の評価指標としては、このステップA6が処理される時点のチルト角での、個々のアンテナのカバレッジの劣化率を用いる。さらにその評価指標はカバレッジの重要度で重み付けしても良い。

【0051】

そして、「アンテナのカバレッジの劣化率が所定値以下のアンテナ」を、チルト角を大

きくすべきアンテナとして選出する。または「アンテナのカバレッジの劣化率において小さい順で上位いくつかのアンテナ」を、チルト角を大きくすべき対象のアンテナとして選出する方法をとる。

【0052】

次に、劣化率が小さくなるチルト角を出力するステップ（ステップA10）について説明する。このステップでは、ステップA3またはステップA7にて各アンテナに最終的に設定されたチルト角、換言すると、これまでに各アンテナに対して設定されたチルト角の中で、システム全体の劣化率が最も小さくなるチルト角を出力する。

【0053】

次に、処理継続判定ステップ（ステップA11）について説明する。このステップでは、上述のステップA2からA10までの一連の処理を、繰り返すか否かの判定をする。判定指標としては、ステップA10で出力された各アンテナのチルト角によるシステム全体の劣化率を求め、この値が所定の値以上であればステップA2からA10の繰り返しを継続し、所定の値未満であれば終了する。

【0054】

なお、ステップA11における判定指標をステップA2からA10までの一連の処理を繰り返した回数を併用するとしてもよい。ステップA11で得られたシステム全体の劣化率が所定の劣化率以上であっても、所定の繰り返し回数以上であれば終了とすることにより、ステップA2からA10までの一連の処理の繰り返しによる処理時間を制限することができる。

【0055】

次に、本発明による装置の構成について、図2を参照して説明する。

【0056】

図2は、図1のフローチャートに示した処理を実行する装置の構成を示すブロック図であり、無線通信システムを構成する複数の無線基地局にそれぞれ配置された垂直面内指向性を持ったアンテナのチルト角を決定するための装置である。本装置は複数のアンテナのチルト角を決定するためのものであり、一般的なコンピュータにより実現可能なもので、その配置箇所は特に限定されない。本装置により決定されたチルト角によって各アンテナは設定されることとなるが、その設定は人手によるとしてもよく、また、各無線局に本装置の出力に応じてアンテナのチルト角を制御する角度制御装置を設け、該角度制御装置に本装置の出力を供給し、アンテナのチルト角を自動設定するものとしてもよい。

【0057】

本実施形態のチルト角決定装置は、図2に示されるように、チルト角の初期値を出力する手段5と、上記チルト角の初期値における劣化率を計算して出力する初期値のチルト角における劣化率計算手段10と、チルト角を小さくするか大きくするかを選択、または終了の処理切替をする処理切替手段20と、入力された劣化率に基づきチルト角を小さくするアンテナを選出するチルト角を小さくするアンテナ選出手段30と、入力された劣化率に基づきチルト角を大きくするアンテナを選出するチルト角を大きくするアンテナ選出手段60と、選出されたアンテナを一定の角度だけ小さくする第1のチルト角更新手段40と、選出されたアンテナを一定の角度大きくする第2のチルト角更新手段70と、システム全体の劣化率の値、または劣化率の入力回数に応じて、処理切替手段20の動作を制御する処理切替制御手段50と、入力されるチルト角と劣化率のデータを記憶するチルト角と劣化率のデータ記憶手段80と、チルト角と劣化率のデータ記憶手段80の出力を受け、これを各アンテナの最適チルト角として出力する手段90と、を有する。

【0058】

まず、チルト角の初期値を出力する手段5について説明する。この手段は、上述のステップA0と同様の処理をし、チルト角の初期値を出力する。

【0059】

初期値のチルト角における劣化率計算手段10について説明する。初期値のチルト角における劣化率計算手段10は、チルト角の初期値を出力する手段5から出力されたチルト

角を入力として、そのチルト角における各アンテナのカバレッジの劣化率とシステム全体の劣化率を計算する。それらの劣化率の計算方法は、ステップA1と同様である。そして、計算結果である上記の劣化率を出力する。出力先は、処理切替手段20である。

【0060】

処理切替手段20は、処理切替制御手段50からの出力情報を入力として、入力に従い、別途入力される劣化率を、チルト角を大きくするアンテナ選出手段30、または、チルト角を小さくするアンテナ選出手段60へ切り替える、もしくはいずれにも出力することなく終端し、処理を終了とする。

【0061】

処理切替手段20に別途入力される劣化率とは、初期値のチルト角における劣化率計算手段10または更新後の劣化率計算手段45から供給される各アンテナのカバレッジの劣化率とシステム全体の劣化率との情報である。

【0062】

チルト角を小さくするアンテナ選出手段30は、処理切替手段20から入力される各アンテナのカバレッジの劣化率を用いてチルト角を小さくするアンテナを選出し、選出したアンテナの情報を第1のチルト角更新手段60へ供給する。評価指標に基づく選出の動作は、上述のステップA2と同じである。

【0063】

チルト角を大きくするアンテナ選出手段60は、チルト角を大きくするアンテナを選出する点がチルト角を小さくするアンテナ選出手段30とは異なり、動作はチルト角を小さくするアンテナ選出手段30と同じである。ここで選出したアンテナの情報は、第2のチルト角更新手段70へ供給する。

【0064】

第1のチルト角更新手段40は、チルト角を小さくするアンテナ選出手段30の出力情報であるアンテナ情報を入力として、選出されたアンテナのチルト角を所定の角度だけ小さくし、小さくしたチルト角の値を更新後のチルト角における劣化率計算手段45とチルト角と劣化率のデータ記憶手段80へ供給する。

【0065】

第2のチルト角更新手段70は、第1のチルト角更新手段40と、チルト角の更新方向が違うのみで、動作は同じである。すなわち、チルト角を大きくするアンテナ選出手段60の出力情報であるアンテナ情報を入力として、選出されたアンテナのチルト角を所定の角度だけ大きくし、大きくしたチルト角の値を更新後のチルト角における劣化率計算手段45とチルト角と劣化率のデータ記憶手段80へ供給する。

【0066】

処理切替制御手段50は、更新後のチルト角における劣化率計算手段45からの出力である各アンテナのカバレッジの劣化率とシステム全体の劣化率を入力として、システム全体の劣化率が所定の値以上であれば切り替えず、現在の処理を継続するものとし、システム全体の劣化率が所定の値未満であれば切り替えを行い、次の処理動作に移行するように処理切替手段20へ制御信号を供給する。このとき、システム全体の劣化率と併用してシステム全体の劣化率の入力回数により切替動作を行なうこととしてもよい。すなわち、システム全体の劣化率の入力が所定の回数以上であれば切替えるように処理切替手段20に制御信号を供給する。また、切替回数が所定の回数以上となったら処理を終了する制御信号を供給する。

【0067】

さらに、処理切替制御手段50は、劣化率を小さくするチルト角を出力する手段90からの出力であるシステム全体の劣化率を入力とし、そのシステム全体の劣化率が所定の値以下であれば、処理切替手段20に処理を終了する制御信号を供給する。

【0068】

チルト角と劣化率のデータ記憶手段80は、第1のチルト角更新手段40と第2のチルト角更新手段70が出力するチルト角の情報と、更新後のチルト角における劣化率計算手

段45が出力する各アンテナのカバレッジの劣化率とシステム全体の劣化率とを入力とする。そして、入力されたうち、チルト角の情報とシステム全体の劣化率のデータを保存し記憶する。そして、チルト角の情報とシステム全体の劣化率の情報を劣化率を小さくするチルト角を出力する手段90へ供給する。

【0069】

劣化率を小さくするチルト角を出力する手段90は、チルト角と劣化率のデータ記憶手段80から出力されるチルト角とシステム全体の劣化率のデータをシステム全体の劣化率を最も小さくする最適チルト角として出力する。また、劣化率を小さくするチルト角を出力する手段90は、最適チルト角におけるシステム全体の劣化率の情報を、処理切替制御手段50に供給する。

【0070】

次に、本実施形態の具体的な動作について詳述する。

【0071】

最初に、チルト角の初期値を出力する手段5は、チルト角の初期値を初期値のチルト角における劣化率計算手段10に供給する。そして、初期値のチルト角における劣化率計算手段10は、計算した各アンテナのカバレッジの劣化率とシステム全体の劣化率を、処理切替手段20に供給する。

【0072】

処理切替手段20は、供給された上記の劣化率をチルト角を小さくするアンテナ選出手段30かチルト角を大きくするアンテナ選出手段60のいずれかに供給する。例えばチルト角を小さくするアンテナ選出手段30に供給した場合、チルト角を小さくするアンテナ選出手段30は、供給された各アンテナのカバレッジの劣化率に基づいてアンテナを選出し、選出したアンテナの情報を第1のチルト角更新手段40に供給する。第1のチルト角更新手段40は、選出されたアンテナのチルト角を一定の角度だけ小さくして、そのチルト角を更新後のチルト角における劣化率計算手段45およびチルト角と劣化率のデータ記憶手段80へ供給する。

【0073】

更新後のチルト角における劣化率計算手段45は、チルト角に基づき各アンテナのカバレッジの劣化率とシステム全体の劣化率を計算して処理切替手段20と処理切替制御手段50、および、チルト角と劣化率のデータ記憶手段80へ供給する。

【0074】

処理切替手段20は、更新後のチルト角における劣化率計算手段45から供給された各アンテナのカバレッジとシステム全体の劣化率をチルト角を小さくするアンテナ選出手段30へ再び供給する。この動作は切替手段20における再供給動作は処理切替制御手段50の制御にしたがって行われる。

【0075】

処理切替制御手段50は、システム全体の劣化率の値、またはシステム全体の劣化率の入力回数に基づいて切替・切断器20に切替制御信号を供給する。処理切替手段20は、処理切替制御手段50からの制御信号に基づき、チルト角を小さくするアンテナ選出手段30からチルト角を大きくするアンテナ選出手段60へと、各アンテナのカバレッジの劣化率とシステム全体の劣化率を供給する先を切り替える。処理切替制御手段50は、切替の制御信号出力が所定の回数に達した場合、処理を終了する制御信号を処理機切替20に供給する。

【0076】

チルト角と劣化率のデータ記憶手段80は、入力されたチルト角と各アンテナのカバレッジの劣化率とシステム全体の劣化率のデータを記憶し、そのチルト角とシステム全体の劣化率を劣化率を小さくするチルト角を出力する手段90に供給する。劣化率を小さくするチルト角を出力する手段90は、最適チルト角を出力するほかに、そのチルト角におけるシステム全体の劣化率を出力する。そのチルト角におけるシステム全体の劣化率は処理切替制御手段50に供給され、処理切替制御手段50はシステム全体の劣化率が所定の値

以下であれば、処理を終了する制御信号を処理切替手段 20 に供給する。処理切替手段 20 は処理を終了する制御信号に基づいて処理を終了する。

【0077】

次に、本発明の第 1 の実施の形態の作用について説明する。

【0078】

本発明の第 1 の実施の形態では、チルト角の初期値でのシステム全体の劣化率を計算し、さらに、チルト角を更新した変更後のチルト角でもシステム全体の劣化率を計算し、その劣化率が小さくなるチルト角を出力する。このため、初期値でのシステム全体の劣化率に比べて、システム全体の劣化率が小さくなるチルト角を得ることができる。

【0079】

また、チルト角の更新を、小さくするか大きくするかの単純な 2 つのステップに分け、さらにそれらのステップを繰り返す方法をとっている。そのため、コンピュータでの処理が可能で、チルト角調整を自動化するのに適している。従来のように人が伝搬環境を予想して、一度に最適化と予想されるチルト角へ更新して伝搬シミュレータにて多くのチルト角の場合を試すのではなく、本実施の形態では、少しずつ一定の角度だけ更新を繰り返すことでシステム全体の劣化率に与える影響を抑えつつ最適なチルト角へと近づけることができる。

【0080】

また、本実施の形態では、従来、人が経験的に行ってきたチルト角を更新すべきアンテナの選出を所定の評価指標を用いて実現するため、調整を行なうアンテナの選出も自動化できる。このように本実施の形態によって、チルト角の決定に要する手間と時間を大幅に減少することができる。

【0081】

また、各ステップは所定の評価指標によって動作するため、経験的な判断に基づく動作を持たない。そのため、得られた結果に一定の信頼性を持たせることができる。言い換えれば、ある無線通信システムにおいて同一の評価指標と初期パラメータを設定すれば、本発明の実施の形態によって誰でも経験によらない同一の結果を得ることができる。

【0082】

さらに、チルト角を小さくするとき、「アンテナのカバレッジの劣化率が所定値以上のアンテナ」や「アンテナのカバレッジの劣化率において大きい順で上位いくつかのアンテナ」を選出する。すなわち、この選出により、アンテナのカバレッジの劣化率が大きいアンテナのみ、チルト角を小さくすることができる。チルト角を小さくすると、そのアンテナのカバレッジ内の受信電力は大きくなる傾向があるので、そのアンテナのカバレッジの劣化率は小さくなる。また、この選出では、アンテナのカバレッジの劣化率が小さいアンテナはチルト角を小さくしないので、隣接するアンテナのカバレッジへの干渉波電力を増やすことがなく、その劣化率を増やすことがない。こうして、各アンテナのカバレッジにおいて、劣化率の大きいものを小さくし、劣化率の小さいものは、他のカバレッジの劣化率を増加させないことによって、システム全体の劣化率を小さくすることができる。

【0083】

他方、チルト角を大きくするとき、「アンテナのカバレッジの劣化率が所定値以下のアンテナ」や「アンテナのカバレッジの劣化率において小さい順で上位いくつかのアンテナ」を選出する。すなわち、この選出により、劣化率が小さいアンテナのみ、チルト角を大きくすることができる。チルト角を大きくすると、そのアンテナのカバレッジ内の受信電力は小さくなり、そのアンテナのカバレッジの劣化率は大きくなる傾向があるが、劣化率が十分小さいカバレッジでは、この劣化率の増加は僅かである場合が多く、一方、隣接するアンテナのカバレッジへの干渉電力は小さくなるため、隣接するアンテナのカバレッジの劣化率は小さくなることが多い。従って、全体としては、チルト角を大きくするアンテナのカバレッジの劣化率の増加分よりも、隣接するアンテナのカバレッジの劣化率の減少分の方が大きい場合が比較的多い。

【0084】

上記のようにして、チルト角決定において、多数のアンテナの中からシステム全体の劣化率を小さくするのに効果的なアンテナを選出し、チルト角を変更することで、さらにシステム全体の劣化率を小さくすることができる。

【0085】

次に、本発明の第2の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0086】

図3は、本発明の第2の実施の形態の動作を示すフローチャートである。本実施の形態は、図1に示した第1の実施の形態の動作を示すフローチャートにおけるステップA1とステップA2との間に、全体を繰り返す処理の処理累積回数に応じてチルト角を小さくするパラメータ設定ステップ（ステップA12）を加え、ステップA5とステップA6との間に、全体を繰り返す処理の処理累積回数に応じてチルト角を大きくするパラメータ設定ステップ（ステップA13）を加えたものである。

【0087】

チルト角を小さくするパラメータ設定ステップ（ステップA12）は、ステップA12、A2、A3、A4、A5、A13、A6、A7、A8、A9、A10、A11の一連の「全体を繰り返す処理」を繰り返した回数に応じて、チルト角を小さくするステップ（ステップA3）におけるチルト角更新パラメータを以下のように設定する。

【0088】

1回目の処理では、チルト角を小さくする更新毎の変化量を所定の一定角度に設定する（例えば1.0度）。2回目以降の処理では、これまでにシステム全体の劣化率が最小となったチルト角と、システム全体の劣化率が2番目に小さくなったチルト角との間に、更新の範囲を設定し、チルト角を小さくする更新毎の変化量を、前回のステップA12で設定した半分の角度（例えば0.5度）に設定する。また、チルト角を小さくするステップ（ステップA3）は、設定されたチルト角更新パラメータに従った範囲と変化量でチルト角を小さくする。

【0089】

チルト角を大きくするパラメータ設定ステップ（ステップA13）は、チルト角を小さくするステップ（ステップA3）と同じように、ステップA12、A2、A3、A4、A5、A13、A6、A7、A8、A9、A10、A11の一連の「全体を繰り返す処理」を繰り返した回数に応じて、チルト角を大きくするステップ（ステップA7）におけるチルト角更新パラメータを以下のように設定する。

【0090】

1回目の処理では、チルト角を大きくする更新毎の変化量を所定の一定角度に設定する（例えば1.0度）。2回目以降の処理では、これまでにシステム全体の劣化率が最小となったチルト角と、システム全体の劣化率が2番目に小さくなったチルト角との間に、更新の範囲を設定し、チルト角を大きくする更新毎の変化量を、前回のステップA13で設定した半分の角度（例えば0.5度）に設定する。チルト角を大きくするステップ（ステップA7）は、設定されたチルト角更新パラメータに従った範囲と変化量でチルト角を大きくする。

【0091】

次に、本発明の第2の実施の形態の構成について図4を参照して詳細に説明する。

【0092】

図4は図3の処理フローが実行されるシステムの構成を示すブロック図であり、図2に示された第1の実施の形態におけるシステム構成に加えて、処理切替手段20から出力される切替情報をカウントする切替回数カウンタ100と、上記切替回数が一定以上となると、チルト角と劣化率のデータ記憶手段80からの情報を用いて、チルト角更新パラメータを、第1のチルト角更新手段40と第1のチルト角更新手段70とに設定するチルト角更新パラメータ設定手段110と、を設けたものである。この他の構成は図2に示したものと同様であるため、説明は省略する。

【0093】

切替回数カウンタ100は、処理切替手段20から出力される切替情報をカウントし、切替回数が所定の一定の回数以上になったら、チルト角更新パラメータ設定手段110へ起動の指示を供給する。

【0094】

チルト角更新パラメータ設定手段110は、切替回数カウンタ100からの起動の指示に基づき、第1のチルト角更新手段40に対して前回に第1のチルト角更新手段40で設定していたチルト角更新パラメータの更新チルト角（例えば1.0度）を今回は半分（0.5度）に設定する。また、チルト角更新パラメータ設定手段110は、チルト角と劣化率のデータ記憶手段80から出力される過去の計算結果であるチルト角と各アンテナのカバレッジの劣化率とシステム全体の劣化率とを入力として、その入力データから、これまでで最もシステム全体の劣化率を小さくするチルト角と、2番目にシステム全体の劣化率を小さくするチルト角との間にチルト角更新の範囲を設定する。

【0095】

また同時に、チルト角更新パラメータ設定手段110は、切替回数カウンタ100からの起動の指示に基づき、第2のチルト角更新手段70に対しても同じように、前回に第2のチルト角更新手段70で設定していたチルト角更新パラメータの更新チルト角（例えば1.0度）を今回は半分（0.5度）に設定する。また、チルト角更新パラメータ設定手段110は、チルト角と劣化率のデータ記憶手段80から出力される過去の計算結果であるチルト角と各アンテナのカバレッジの劣化率とシステム全体の劣化率を入力として、その入力データから、これまでで最もシステム全体の劣化率を小さくするチルト角と、2番目にシステム全体の劣化率を小さくするチルト角との間にチルト角更新の範囲を設定する。

【0096】

上記の他の本発明の第2の実施の形態の動作は、第一の実施の形態と同じである。新たに追加される動作として、切替回数カウンタ100が所定の切替累積回数以上の時にチルト角更新パラメータ設定手段110が起動する。チルト角更新パラメータ設定手段110が起動すると、第1のチルト角更新手段40とチルト第2のチルト角更新手段70とにチルト角更新パラメータを設定する。

【0097】

本発明の第2の実施の形態の作用は、第1の実施の形態の作用に加えて、チルト角の決定を、速く正確にすることができる効果を持つ。

【0098】

なぜなら、本発明の第2の実施の形態では、最初はチルト角の更新の角度を大きくするので、チルト角の最適値に近づくまでの更新の回数は少なく済むからである。すなわち、処理時間が短く、最適値に速く近づかせることができる。そして次に、更新の角度を小さくするので、更新後のチルト角と最適値との差をより小さくすることができる。すなわち、より最適値に近い正確なチルト角を得ることができる。さらに、チルト角の更新範囲を、それまでの処理で得たシステム全体の劣化率を最小とするチルト角と2番目にシステム全体の劣化率を小さくするチルト角との間とすることで、チルト角の更新範囲を限定しているため、チルト角の更新回数が少なく済む。すなわち、処理時間が短く、速く最適値に近づくことができるからである。したがって、同じ処理時間であれば、劣化率をより小さくすることができる。

【図面の簡単な説明】

【0099】

- 【図1】 本発明の第1の実施の形態の処理フローである。
- 【図2】 本発明の第1の実施の形態のシステム図である。
- 【図3】 本発明の第2の実施の形態の処理フローである。
- 【図4】 本発明の第2の実施の形態のシステム図である。
- 【図5】 2つのアンテナのチルト角を調整する概観を示す。

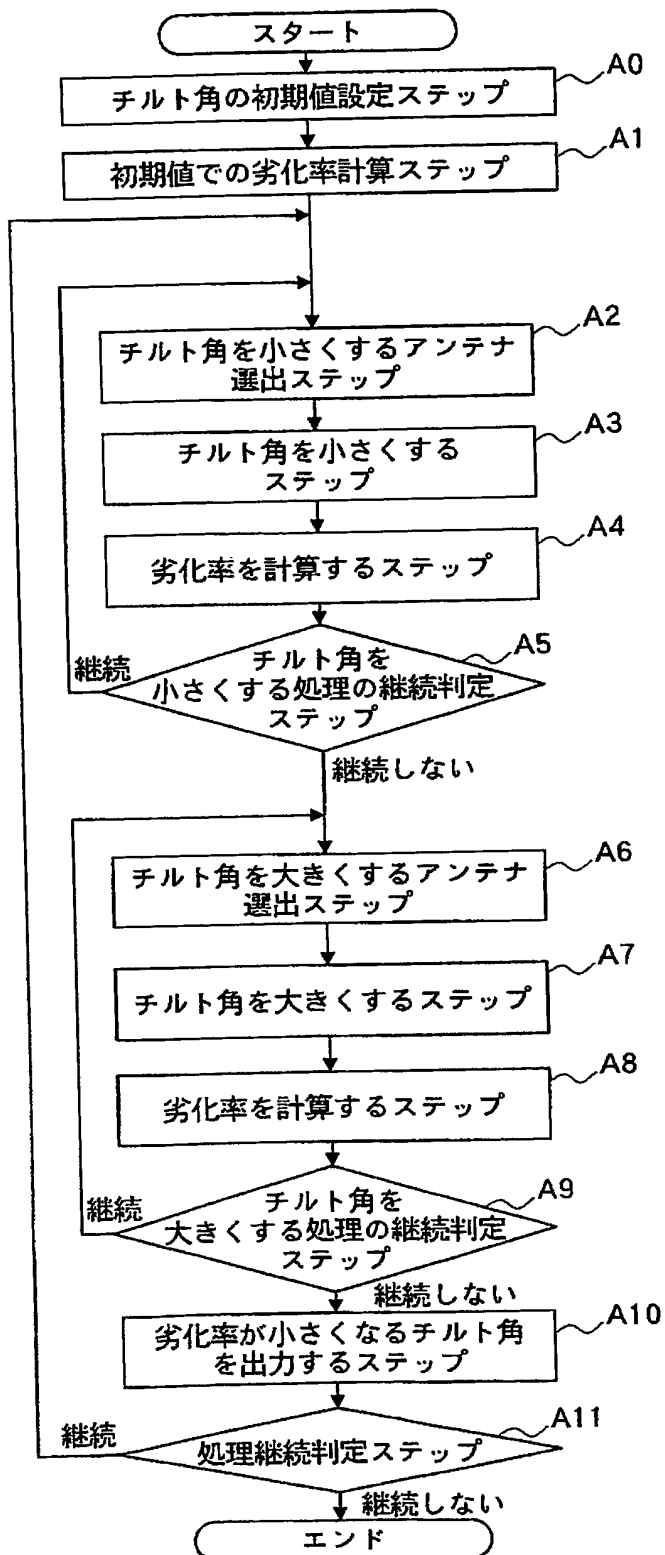
【符号の説明】

【0100】

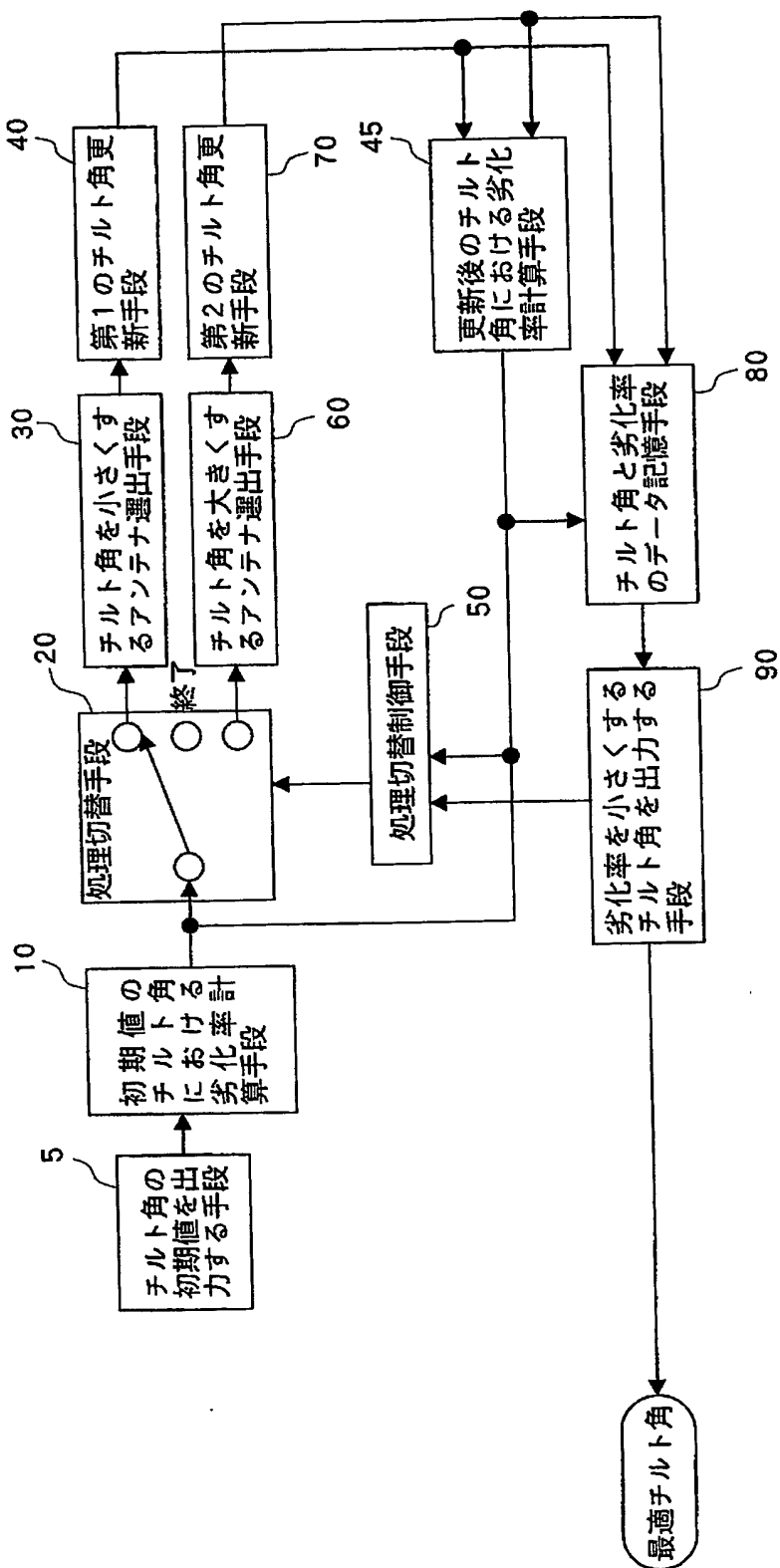
- 5 チルト角の初期値を出力する手段
- 10 初期値のチルト角における劣化率計算手段
- 20 処理切替手段
- 30 チルト角を小さくするアンテナ選出手段
- 40 第1のチルト角更新手段
- 45 更新後のチルト角における劣化率計算手段
- 50 処理切替制御手段
- 60 チルト角を大きくするアンテナ選出手段
- 70 第1のチルト角更新手段
- 80 チルト角と劣化率のデータ記憶手段
- 90 劣化率を小さくするチルト角を出力する手段
- 100 切替回数カウンタ
- 110 チルト角更新パラメータ設定手段
- A0 チルト角の初期値設定ステップ
- A1 初期値での劣化率計算ステップ
- A2 チルト角を小さくするアンテナ選出ステップ
- A3 チルト角を小さくするステップ
- A4 劣化率を計算するステップ
- A5 チルト角を小さくする処理の継続判定ステップ
- A6 チルト角を大きくするアンテナ選出ステップ
- A7 チルト角を大きくするステップ
- A8 劣化率を計算するステップ
- A9 チルト角を大きくする処理の継続判定ステップ
- A10 劣化率が小さくなるチルト角を出力するステップ
- A11 処理継続判定ステップ
- A12 チルト角を小さくするパラメータ設定ステップ
- A13 チルト角を大きくするパラメータ設定ステップ

【書類名】図面

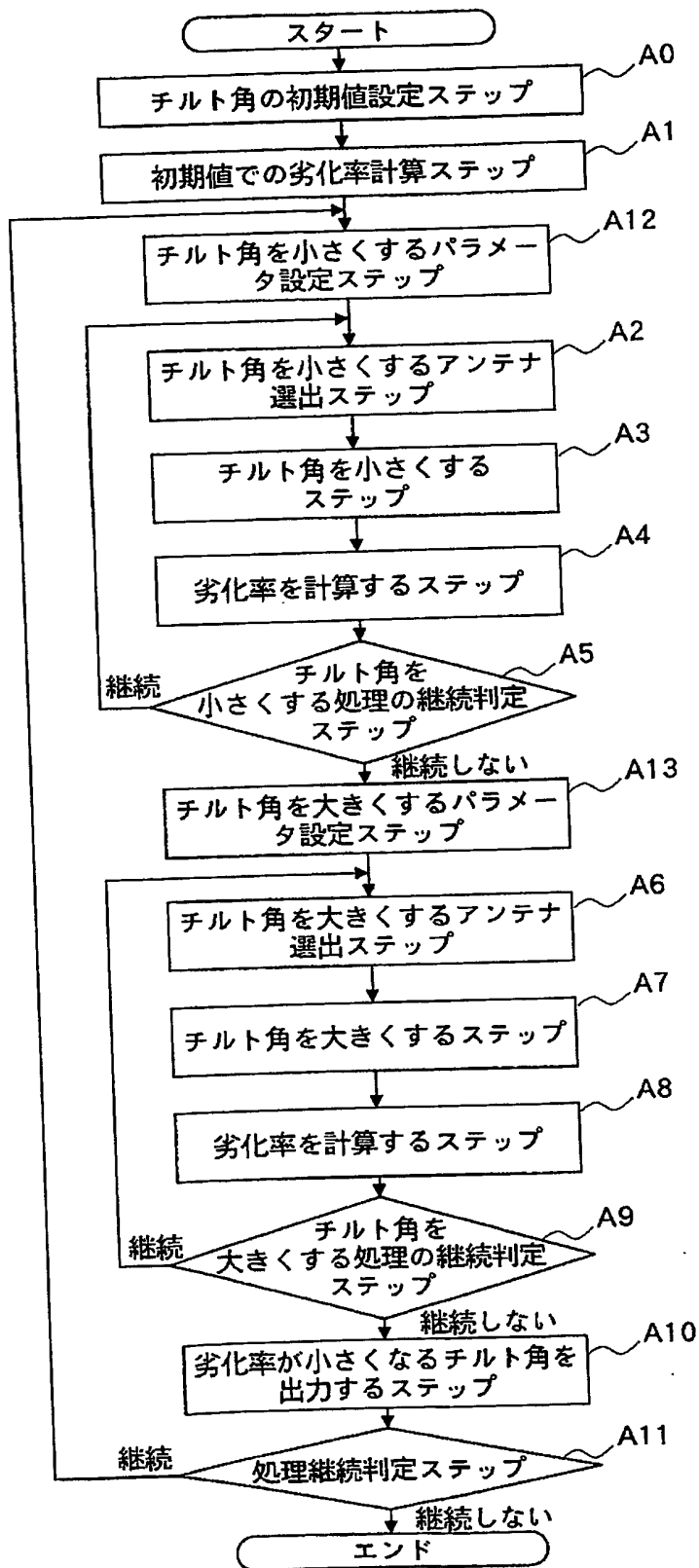
【図 1】



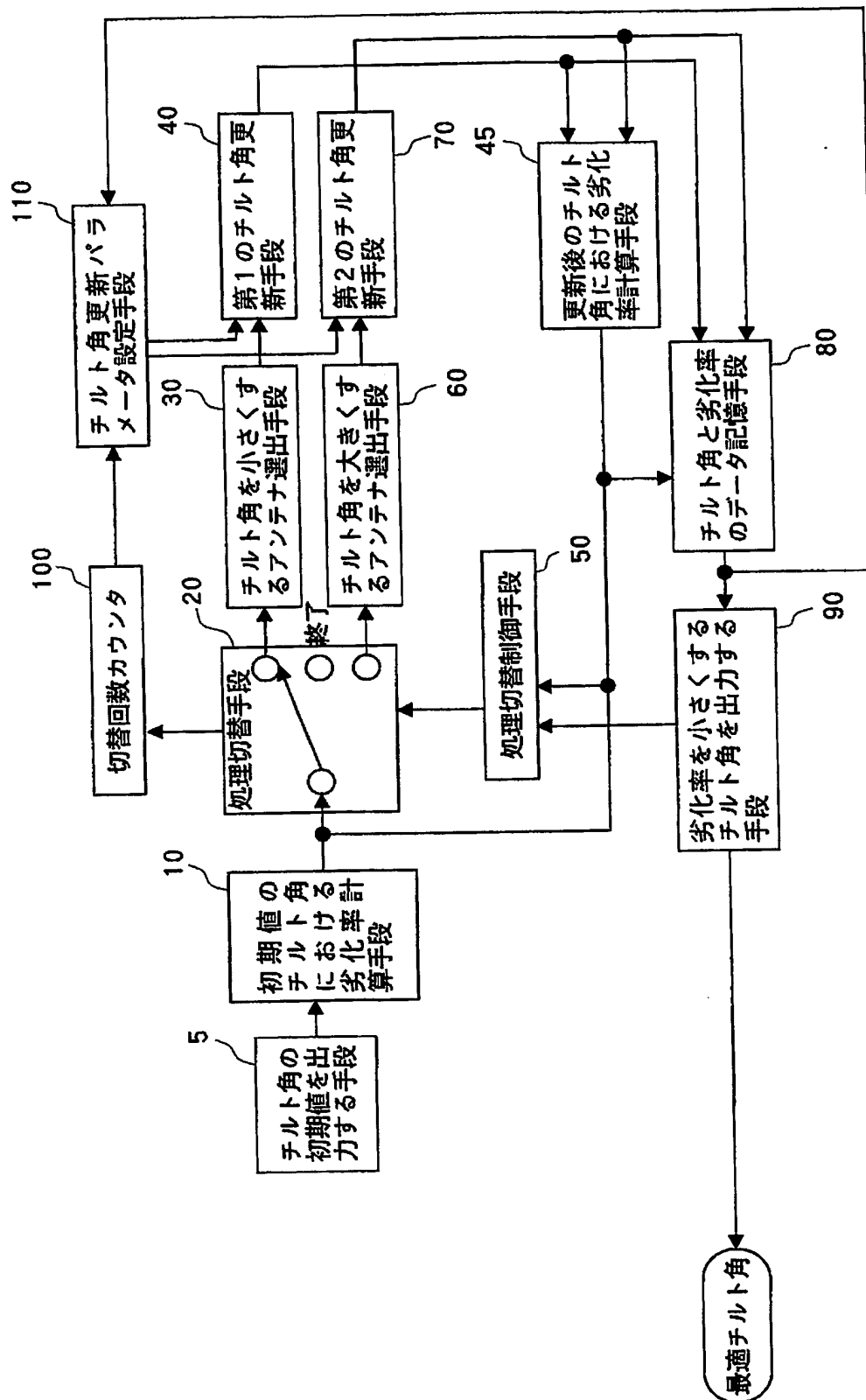
【図2】



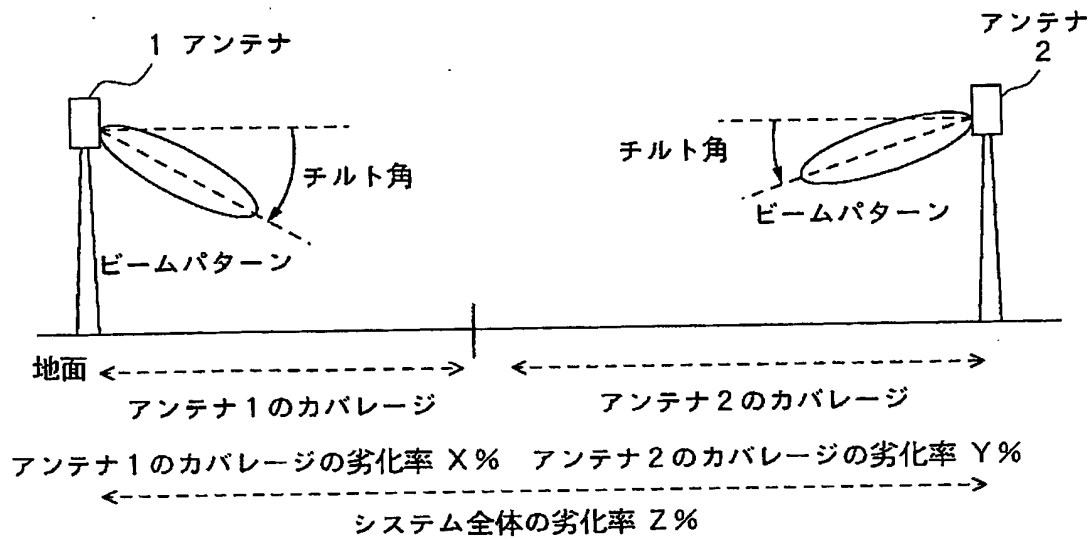
【図 3】



【図4】



【図 5】



【書類名】 要約書**【要約】**

【課題】 無線通信システムにおいてシステム全体の劣化率を小さくするチルト角を得られるチルト角決定方法、およびシステムを提供することにある。

【解決手段】 チルト角の初期値を設定するステップと、チルト角が初期値での劣化率を計算するステップと、チルト角を小さくするアンテナを選出するステップと、選出したアンテナのチルト角を小さくするステップと、チルト角を小さくしたときの劣化率を計算するステップと、それら一連のチルト角を小さくする処理を繰り返し、繰り返しの継続判定をするステップと、同様にチルト角を繰り返し大きくする処理を有する。さらに、劣化率が小さくなるチルト角を出力するステップと、上記、全体を繰り返す処理の終了を判定するステップとを有する。

このように定められた処理によって、チルト角の初期値と比べてシステム全体の劣化率を小さくするチルト角を得ることができる。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 2 8 5 7 3 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 4 2 3 7]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都港区芝五丁目7番1号

氏 名

日本電気株式会社